现场交互艺术的交互系统与控制行为设计

——以 Myo 腕带为例

摘　要：近年来，数字技术的飞速发展，使基于数字媒体艺术的交互艺术得到长足发展。以交互设计为创作主体的交互艺术，在外部交互设备不断更新的情况下其艺术形式、创作方式等都在不断改变。而穿戴式传感器的使用突破了交互艺术原本表演与装置感应空间之间的限制以取得更好的艺术表现。本文以穿戴式感应设备 Myo 腕带为案例，根据现场交互艺术的交互系统模式与交互行为特征，从交互信号规则与交互行为模式两方面展开讨论。

关键词：交互控制；行为设计；Myo 腕带；传感信号

中图分类号：TP393　　**文献标识码：**A

文章编号：1671-0134（2018）03-075-03　　**DOI：**10.19483/j.cnki.11-4653/n.2018.03.032

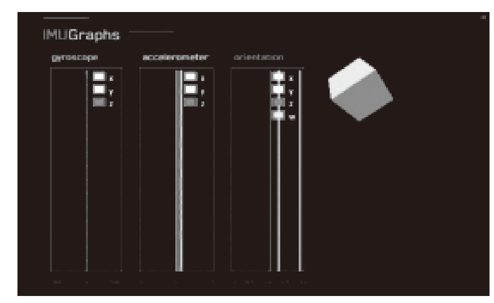
文 / 潘溯源

数字媒体艺术是伴着随计算机技术的发展而产生的新兴艺术模式，也被称为新媒体艺术、多媒体艺术。随着科技的创新又出现了包括装置艺术、交互艺术、数字游戏艺术、虚拟现实艺术等多种基于数字媒体的艺术形式。其中，交互艺术以其交互性为最主要特点，结合软硬件设计、艺术内容创作和表演形成了自己的艺术模式 [1]。

交互艺术根据其艺术展示形式的区别，分为非现场交互艺术与现场交互艺术。非现场交互艺术主要指通过网络与计算机或移动终端所实现的信息交互艺术。此类交互艺术作品主要的交互结构产生于数字信息与用户之间的交互，因此通常不需要复杂的辅助外部设备，通过简单的鼠标键盘或桌面交互完成指令即可。现场交互艺术的展示表演则需要一个固定的空间或场地，例如博物馆、游乐场、舞台等。现场交互艺术作品相比非现场作品，可以利用更多的展示媒体与交互模式，通过辅助性外部设备完成更加多变的交互形式，以实现艺术的表演性和展示性。各类高精度的体感捕捉设备的普及与产品化，也为现场交互艺术作品的展示表演提供了更多的可能性，从固定位置动作捕捉的 Kinect、Leap Motion 到可穿戴式的 5DT 数据手套、Myo 腕带等 [2]。在拥有各类设备辅助之后，艺术家如何设计交互系统与表演行为，是现场交互艺术作品的成败关键。本文以 Myo 腕带为案例，对现场交互艺术的交互系统与控制行为两方面的设计规则展开讨论。

1. 矩阵信号转换与有效控制信号选择

交互艺术不论以何种方式进行交互，其目的是为了实现对信息的控制。因此，在设计系统的时候首先要完成信号筛选工作，以确保在信号采集前端将无效信号源过滤并完成有效信号的分组输出，保证信号转换模块能够直接获得相应的有效控制信号。Myo 腕带以 8 个电极装置通过探测手臂的生物电变化对使用者的肌肉运动与手势进行探测，可以感知包括手臂运动、手势甚至手指动作的信号。通过 Myo Diagnostics Page[3] 诊断程序提供的信息可以得知，Myo 包含了 IMU 微惯性测量系统（图 1）和 EMG 肌电测量系统（图 2）两种侦测模式。



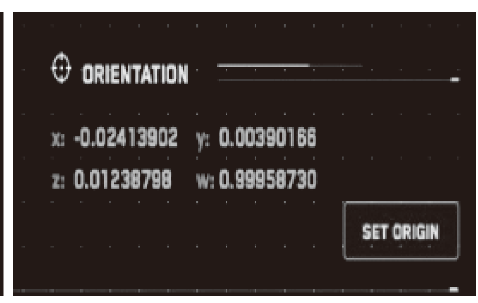


图 1　Myo 腕带的 IMU 微惯性测量系统信号界面

基金项目：2016 年度江苏省普通高校学术学位研究生科研创新计划项目“交互式电子音乐中数字体感控制的设计观念与方法研究”（项目编号：KYLX16_1348）

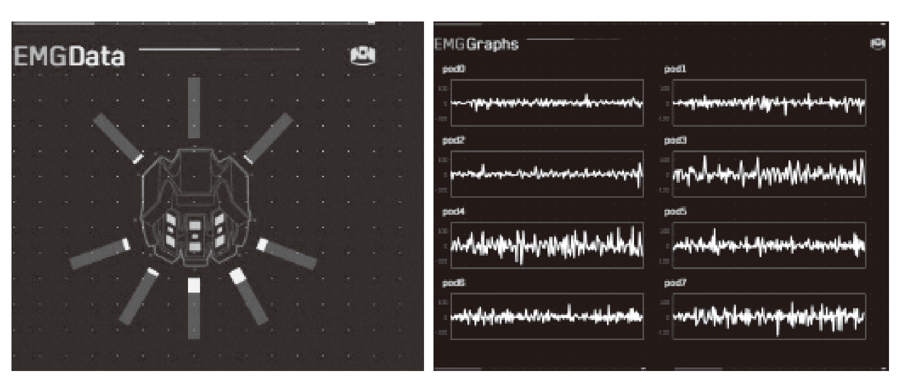


图 2　Myo 腕带的 EMG 肌电测量系统信号界面

IMU 微惯性传感器由三个单轴加速度计量仪和三个单轴陀螺仪组成，对使用者的运动进行侦测，进而在三维空间中展开基础定位、相对位移、方向角度和倾斜角的判断，是如今主流运动侦测的模式之一，包括 WII、HTC VIVE 等游戏控制器大部分主流品牌的智能手机中都会置入。而在艺术表演的过程中，无论是乐器演奏、舞蹈还是戏剧表演，表演者身体必然会产生局部或整体的运动，通过在身上不同的部位放置 IMU 微惯性传感器即可将表演动作直接转换为针对数字影像、声音等媒体信息的控制信号，使之产生交互控制。

EMG 肌电传感器则用来测量肌肉收缩时伴随的电信号，目前，医学领域和军事领域对该技术使用较广，在数字媒体领域则主要运用于穿戴式动作捕捉系统的辅助系统。由于 EMG 肌电传感器直接针对肌肉运动产生的生物电信号进行侦测，即使像钢琴演奏或弦乐器揉弦这样细微的动作都可以通过 EMG 肌电传感器准确识别。相比 IMU 微惯性传感器，它可以表现出更多内在力量的改变。因此，在表演中即使在保持固定动作的前提下，使用 EMG 肌电传感器和肌肉舒张等细微动作也能够实现交互控制。

在 Myo 腕带上，工程师为了能够精确地对手臂及手部动作和肌肉运动进行捕捉，设置了 8 块 EMG 肌电传感器环绕于整个小臂对肌肉的电信号实施侦测，以此判断使用者手部的细微动作。目前的腕带可识别手掌内翻、外翻，五指张开，握拳和摇滚羊头五种手型。很可惜虽然 Myo 腕带开放了部分开发工具包，但目前由于手势识别的运算是在腕带内直接完成，所以用户无法根据自己的喜好去添加其他控制手势。虽然它限制了腕带的多种可能性，但同时也确保了腕带在运行中的稳定性并减小了宿主计算机的运算压力。

设计基于 Myo 的交互式系统时，首先要做的工作无疑是将腕带输入的矩阵信号转换为独立信号源。在 MaxMSP 平台中，有两种方式可以分解 Myo 腕带发送的信号：第一种方式是将 Myo 腕带的信号转换为 OSC 信号，然后再发送至 MaxMSP 平台，利用“OSC-Route”物件分解矩阵，以独立信号源的模式发送至各输出端口[4]；另一种则是使用基于“Thalmic Lab”开发包的“Myo”物件，直接接收 Myo 腕带的信号并分解发送至相应的输出端[5]。相比之下 OSC 信号接口更为通用，对系统环境的要求也较低，对装有 Xcode 的 OS X 系统都适用。而基于开发包的独立物件则必须使用 OS X 10.11.5 以上的操作系统，并且系统内安装 XQuartz 才能使用。从功能上来看，“Myo”物件能直接调取 Myo 腕带的 8 条 EMG 肌电信息，相比目前版本的 OSC 接口信号只能调取 5 种基础手型而言提供了更多的备选信号源（图 3）。



图 3　Myo 开发物件与 OSC 信号桥接的分解信号

在现场交互艺术作品创作的过程中，调用、更换控制信息的情况时常出现，因此完成信息分解及分组的工作十分重要。只有尽可能地将可能使用到的信号从矩阵模式分解为独立信号源，才能为后期有效控制信息的选择提供更多的可能性，才能保证控制信息的最大精确度。

2. 控制参数设置与控制行为设计

有了分解的独立信号之后，第二步则要根据展示方式进行数据的选择与动作行为的设计。交互艺术中，由于场地空间的不同，使用技术的不同甚至表演、展示方式的不同，其针对参与者的交互行为也会受到影响。根据 Myo 腕带所装置的传感器与佩戴方式来看，理论上使用者可以通过身体的运动实现腕带的全角度翻转、移动控制和小臂甚至手部动作的控制。然而，现实操作中的要求更为复杂，选择使用包括 Myo 腕带在内的体感交互装置的数据和演奏弓弦类乐器时选用对应的琴弦与把位

的原则同样重要，如果使用了错误的琴弦，即使演奏出同样的音高，音色也会受到影响。

Myo 腕带对手臂运动的侦测极为敏感，矩阵内的数据组也提供了非常全面的运动数据。相对地，在决定使用哪一组参数作为控制参数的同时，使用何种行为进行控制也十分重要。例如，在手臂自然下垂状态下仅需要旋转 90 度，腕带中的微惯性传感器中的 X 轴定位信息就已经产生了极大的变化，参数值从 0 升至 0.5（阈值为 –1.0~1.0），而若要在 Y 轴或 Z 轴上获得同样的参数变化，则需要将自然垂下的手臂横向向外（Y 轴）或向前（Z）轴伸平，动作明显相较改变 X 轴的信号大得多（图 4）。



图 4 手臂完成规定动作前后定位器的参数变化

为了获得同样的参数，可以使用简单细微的小动作，也可以使用舒展夸张的动作，具体的动作设计则需要根据以下两条原则。

第一，交互行为产生的关联信号干扰与有效控制信号的组合。一般意义的关联信号指的是由函数关系产生的相对关系数值，而此处的关联信号则是指由人为行为习惯导致相互影响的信号。人的行为不同于机器硬件，人的行为动作大多由多个肌肉韧带组织甚至骨骼关节共同完成，若没有长期专业的训练，相似动作之间影响是不可避免的。例如，使用 Myo 腕带时，举臂时由于肌肉习惯产生的横向偏移和手臂旋转的角度，都会对微惯性探测数据产生直接影响。对于此类情况，一方面使用者或控制员长期的练习是不可避免的；另一方面则是交互设计过程中对信号的选择与行为动作的合理设计，控制系统设计过程中应避免此类干扰信号，例如，此处的定位信号组 XYZW 四组信号可以分配给不同的时间轴或独立的控制内容，也通过换算合为一条控制信息，通过点定位的方式用以触发特定的开关元件。

第二，交互行为的可实现性与有效性。人有很多种行为动作，但并不是所有的行为都可以用于交互行为。Myo 腕带虽然设置了 8 个 EMG 肌电传感器，但想直接通过这 8 个传感器的静电信号进行交互行为感应并不是最好的选择。首先，肌电传感器的瞬时信号变化过于敏感，即使将信号单位换算为千位信息也很难获得一个相对稳定的数值；其次，肌肉的张弛控制也并非易事。所以，比起 EMG 肌电信号的使用整租数据进行精密控制，仅利用强度差进行简单控制更容易实现。Myo 腕带中 EMG 肌电信号的使用最便捷的方法则是利用五种基础手势。Myo 开发团队通过大量的测试与采样确保五种基础手势的精确识别，通过基础手势与微惯性探测仪共同生成控制数据形成的行为控制远比使用单个传感器接收的数据更为丰富。

在现场交互艺术作品创作的过程中，传感器的矩阵信号分解后会产生大量数据，而此过程中准确地使用参数，合理的动作行为才能提供有效的控制信息，完成有效交互。数据选择时要注意关联数据的分配与使用，同时根据传感器的特点与信号变化模式设计展示、表演的行为动作，通过使用不同的传感器分配、组合使用传感器信息，实现最有效的交互控制设计。

现场交互艺术作品的交互设计需要考虑空间、行为动作以及交互装置三大要素。体感技术使现场交互艺术更具创造性，其中包括 Myo 腕带在内的各类多传感组合系统构成的体感装置提供给艺术家更多的选择。在设计的过程中，通过矩阵信号的分解将有效信号源独立分组，再根据作品需求设计交互行为并调制控制参数的阈值与控制目标，实现交互的完整性、合理性与艺术性。媒

参考文献

[1] 李四达 . 数字媒体艺术概论第 3 版 [M]. 北京：清华大学出版社，2015.

[2]Kutz M. Eshbach's Handbook of Engineering Fundamentals Eshbach 5th Edition[M]. New Jersey：John–Wiley，2009.

[3]Myo 腕带官方信号测试页面 . http：//diagnostics.myo.com/

[4] 加利福利亚大学伯克利分校 CNMAT Max/MSP OSC Externals. http：//cnmat.berkeley.edu/

[5]Francoise J. Thalmic Labs. Myo Max/MSP Externals. https：//www.julesfrancoise.com/myo/

（作者单位：南京艺术学院传媒学院）